

LASER LIGHT IRRADIATION DEVICE

Publication number: JP9270393 (A)

Publication date: 1997-10-14

Inventor(s): KUWABARA TAKASHI

Applicant(s): SANYO ELECTRIC CO

Classification:

- international: G02B26/02; H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L29/786; G02B26/02; H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/268; G02B26/02; H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786

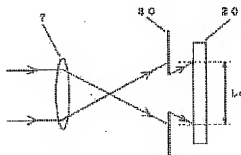
- European:

Application number: JP19960076813 19960329

Priority number(s): JP19960076813 19960329

Abstract of JP 9270393 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent microcrystal formation in a low irradiation light intensity region, and obtain a non-single crystal semiconductor layer of large crystal grain, by flattening the irradiation light intensity distribution of a line beam, in a laser light irradiation device which casts a line beam. **SOLUTION:** A slit 30 is installed in the vicinity of a substrate 20 to be treated. The slit 30 cuts off both end regions where the light intensity of a line beam decreases, so that the substrate 20 is irradiated only with the light in the central region where the light intensity is flattened. In the irradiated region, recrystallization is uniformly and sufficiently progressed, and microcrystal grains are formed and left. Thereby insufficient crystallization can be prevented, and crystallization annealing of large area is sufficiently enabled by a plurality of times scanning with the line beam.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/268			H 0 1 L 21/268	B
G 0 2 B 26/02			G 0 2 B 26/02	B
H 0 1 L 21/20			H 0 1 L 21/20	
29/786			29/78	6 2 7 G
21/336				
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-76813

(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 桑原 隆

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

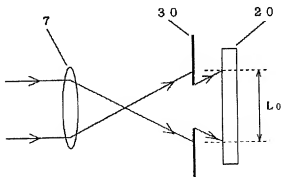
(74) 代理人 弁理士 岡田 敏

(54) 【発明の名称】 レーザー光照射装置

(57) 【要約】

【課題】 ラインビームを照射するレーザー光照射装置において、ラインビームの照射光強度分布を平坦化して、低照射光強度領域における微結晶形成を防ぎ、結晶粒の大きな非単結晶半導体層を得る。

【解決手段】 被処理基板に近接してスリット20を設けた。スリット20はラインビームの光強度が低下する照射ビームの両端領域を遮断するので、中央の光強度分布が平坦になった領域の光のみが基板に照射される。照射領域では再結晶化が均一にかつ十分に行われ、微結晶粒が形成されて残り、結晶化が不十分になることが防がれるので、ラインビーム複数回走査することで大面積の結晶化アニールが良好に行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザー光の発振源と、この発振源から照射されたレーザー光を複数のレンズの組み合わせからなる光学系より構成され、前記レーザー光を線状に変形して目標物に照射するレーザー光照射装置において、前記線状のレーザー光の線長方向の端部が前記目標物に照射されないように遮断したことを特徴とするレーザー光照射装置。

【請求項2】 前記レーザー光の線長方向の端部の遮断は、前記目標物に近接して設けられたスリットにより行われて、このことを特徴とする請求項1記載のレーザー光照射装置。

【請求項3】 前記スリットは、その開口部の大きさが可変であることを特徴とする請求項2記載のレーザー光照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザー光の照射装置に関し、特に、レンズ光学系の構成により、照射レーザーを線状にして、これを走査することにより、大面積の照射を可能にしたレーザー光照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、レーザー光を用いた微細加工技術が半導体装置の製造にも適用され、量産性、低コストが実現されている。また、画像表示装置として、液晶表示装置(LCD:liquid crystal display)は、小型、薄型、低消費電力などの利点から、OA機器、AV機器等の分野で実用化が進められており、特に、各画素に画像情報の書き換えタイミングを制御するスイッチング素子として、薄膜トランジスタ(TFT:thin film transistor)を配置したアクティブマトリクス型は、大画面、高精細の動画表示が可能となるため、各種テレビジョン、パーソナルコンピュータなどのディスプレイに用いられている。

【0003】薄膜トランジスタは、絶縁性の基板上に金属層とともに半導体層を形成することにより形成された電界効果型トランジスタ(FET:field effect transistor)である。アクティブマトリクス型LCDにおいては、TFTは、液晶を挟んだ一対の基板間に形成された、液晶を駆動するため各キャパシタンスの一方の電極に接続されている。LCDの分野でも、絶縁性基板上にTFTを作り込む際の製造、あるいは、修正において、レーザー加工技術が用いられている。

【0004】特に、半導体層として、それまで多用されてきた非晶質シリコン(a-Si)に代わって、多結晶シリコン(p-Si)を用いたLCDが開発され、p-Siの結晶粒の形成あるいは成長のためにレーザー光を用いたアニールが用いられている。一般に、p-Siはa-Siに比べて移動度が高く、TFTが小型化され、高精細化が実現される。また、ゲートセルフアライン構

造による微細化、寄生容量の縮小による高速化が達成されるため、n-chTFTとp-chTFTの電気的相補結線構造即ちCMOSを形成することにより、高速駆動回路を構成することができる。このため、駆動回路部を同一基板上に表示画素部と一体形成することにより、製造コストの削減、LCDモジュールの小型化が実現される。

【0005】絶縁性基板上へのp-Siの成膜方法としては、低温で生成したa-Siをアニールすることによる再結晶化、あるいは、高温状態での固相成長法等があるが、いずれの場合も、900℃以上の高温での処理であるため、耐熱性の点で、絶縁性基板として安価なソーダガラス基板を使うことができず、高価な石英ガラス基板が必要となり、コストがかかっていた。これに対し、レーザーアニールを用いて、600℃以下の比較的低温でのシリコン再結晶化処理を行い、絶縁性基板として、安価なソーダガラス基板を用いる方法が開発されている。このような、TFT基板製造の全工程において、温度を600℃以下にしたプロセスは、低温プロセスと呼ばれる。低コストのLCDの量産には必須のプロセスである。

【0006】図5は、このようなレーザーアニールを行うためのレーザー光照射装置の構成を示す概念図である。図中、(1)はレーザー発振源、(2, 11)はミラー、(3, 4, 5, 6)はシリンドリカルレンズ、(7, 8, 9, 12, 13)は集光レンズ、(10)は線幅方向のスリット、(14)は表面にa-Si等の非単結晶半導体層が形成された被処理基板(20)を支持するステージである。レーザー発振源(1)から照射されたレーザー光は、シリンドリカルレンズ(3, 5)及び(4, 6)からなるコンデンサーレンズにより、各々上下左右方向に対して強度の出力分布がフラットな平行光に変形される。この平行光は、図6に示すように、レンズ(8, 9, 12, 13)により一方に収束されるとともに、図7に示すように、レンズ(7)により他の一方に引き延ばされて線状にされ、被処理基板(20)に照射される。被処理基板(20)を載置したステージ(14)は、照射ラインビームの線幅方向に走査され、大面積処理による高スループットでのレーザーアニールが実現される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このラインビームの、位置に対する照射光強度の分布は、図8に示すように、ライン幅Wに対して、鋭いエッジを有したフラットな性質をもつが、ライン長方向に対しては図9に示すように、両端が低下した光強度分布となっており、ライン長方向に関してビーム形状が悪いものとなっていた。即ち、被処理基板のうち、図9の、ビーム線幅L1の範囲にある領域では、十分な強度Iaで均一にレーザービームが照射されるので、a-Si膜の再結晶化が良好に行

われ、十分に大きな結晶粒徑を有したp-Si膜を形成することができ、照射ビームの両端において、光強度の低下したL2領域内の、かつ、L1領域外においては、強度1aよりも低い強度1bで十分に強いレーザー照射が行われる。

【0008】このような、ライン長方向での両端の強度の低下は、コヒーレント光の干渉により極めて大きなエネルギーをもつレーザー光の周波数成分光のうち、より波長の短い成分が大きく屈折した結果、このような強度分布となったものと考えられる。このような、強度の不足したレーザー照射領域では、再結晶化された粒径が十分に大きくなり、微結晶状態で膜中に存在したものとなる。この微結晶状態での膜は、再び、十分な強度1aをもつレーザー光照射を行っても、結晶化がそれ以上に進まず、粒徑を大きくすることができないので、微結晶状態のままとなる。

【0009】例えば、図5に示すレーザー光照射装置において、ラインビームのライン長は、80〜150mm程度が得られ、その両端5mmは、図9における強度が低下した領域となる。一方、被処理基板(20)は、9.5×130mmのLCDパネル1枚分に相当する基板が9枚含まれたマザーガラス基板であり、ラインビームを複数回走査することにより、全体に満遍なくレーザー光を照射するが、1度低強度での照射を受けた領域では、シリコン層が微結晶シリコン層として形成されてしまい、所定のオーバーラップをもって再度のレーザー光照射を行ってもこの微結晶シリコンは、粒徑を大きくすることなく、そのまま残ってしまう。即ち、1度のビームラインの走査において、走査領域の端部に沿って微結晶粒となるシリコン層が帯状に形成される。

【0010】このように、再結晶化が十分に行われず、移動度が低いp-SiからなるTFTは、十分なON電流が得られない。このため、レーザー光照射のラインビームエッジ部が、画素部に当たる場合は、その領域において、TFTのON電流が他の領域よりも低下して、コントラスト比が低下するなどの問題が生じる。また、ラインビームのエッジ部が、画素部周辺の駆動回路部に当たる場合は、TFTのON抵抗が増大して、動作速度が低下し、誤動作などを招いてしまう。特に、大画面、高精細のLCDにおいては、画素数が多くなると、画素への書き込み時間が短くなり、また、駆動回路部におけるパルス幅も短くなるので、ON電流の低下は、致命的な欠陥となる。

【0011】また、レンズ光学系の設計によって、ビームライン幅と、マザーガラス基板に基板に含まれるLCDパネルになる領域との寸法を合わせて、ビームライン走査のエッジに当たる帯状領域をLCDパネルになる領域の間の、使用される部分に合わせること、上述の問題は防がれる。しかし、これでは、高価なレーザー照射装置に適用されるLCDパネルのサイズが初めから決

定されたものとなるので、色々なサイズのLCDパネルには使用されず、コストの増大を招いていた。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明はこの課題を解決するために成され、レーザー光の発振源と、この発振源から照射されたレーザー光を複数のレンズの組み合わせからなる光学系より構成され、前記レーザー光を線状に変形して目標物に照射するレーザー光照射装置において、前記線状のレーザー光の線長方向の端部が前記目標物に照射されないように遮断した構成である。

【0013】

これにより、強度の低下した、レーザー光が目標物に照射されることがなくなり、十分な再結晶化が行われず微結晶が形成されて、この微結晶粒を大きくすることができず、移動度が低下してしまうといった問題が防がれる。特に、前記レーザー光の線長方向の端部の遮断は、前記目標物に近接して設けられたスリットにより行われている構成である。

【0014】

これにより、スリットを通り抜けた光は、全ての領域において、均一かつ十分な強度を有し、照射領域と非照射領域との境の明確な線状光線となるので、照射領域においても強度が不足して、結晶粒の小さな微結晶が形成されてしまうといったことが防がれる。また、前記スリットは、その開口部の大きさを可変とした構成である。

【0015】

これにより、レーザー光照射装置が使用できる被処理基板のサイズによる制約がなくなり、汎用性が高まり、ランニングコストを下げることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態にかか

るレーザー光照射装置の構成を示す概念図である。図中、(1)はレーザー発振源、(2、11)はミラー、(3、4、5、6)はシリンドリカルレンズ、(7、8、9、12、13)はレンズ、(10)は線長方向のスリット、(14)は被処理基板(20)を支持するステージである。また、ステージ(14)に近接された位置には、線長方向のスリット(30)が設けられている。

【0017】

この構成で、レーザー発振源(1)から照射されたレーザー光は、シリンドリカルレンズ(3、5)及び(4、6)からなるコンデンサーレンズにより、各々上下左右方向に対して強度の出力分布がフラットな平行光に変形される。この平行光は、一方について、従来と同様、図5に示すように、レンズ(8、9、12、13)に収束されて、ライン状にされる。また、これに直交する他の方角については、図2に示すように、レンズ(7)により一方に引き延ばされ、かつ、スリット(30)により、その両端部が遮断されて、被処理基板(20)へと照射される。このように、一方については、収束され、他の一方については引き延ばされて線状にされたラインビームは被処理基板(20)

に照射され、これと同時に、被処理基板(20)を載置したステージ(14)は、照射ラインビームの線幅方向に移動する。こうした、ラインビームの走査により、大面積処理が可能となり、高スループットでのレーザーアニールが実現される。

【0018】本発明では、図1に示すように、スリット(30)を、被処理基板(20)に近接配置している。このスリット(30)は、図2に示すように、レンズ(7)によりレーザー光が引き延ばされたラインビームの両端の所定の線幅分を遮断するものである。この時、スリット(30)を通過して、被処理基板(20)に照射されるラインビームの線長Loは、図9に示す、照射強度分布のフラットな部分の線長L1以下に設定され、被処理基板(20)へは、ラインビーム強度分布のフラットな部分のみが照射されるようになっている。即ち、レーザー光が被処理基板へ照射される光強度分布は、図3のように、線長Loの範囲で、鋭いエッジを有したフラットなものとなり、かつ、その強度はIaで十分に大きくなっている。

【0019】このため、被処理基板(20)に照射されるラインビームは、その照射領域と非照射領域との境が明確になり、照射領域において、基板(20)上に形成されたa-Siは、十分なアニールを受けて再結晶化し、十分に大きなシリコン結晶粒からなる、移動度の高いp-Siに形成される。このため、僅かのオーバーラップをもって、基板上に順次に進査していくことにより、全領域にわたって満遍なく再結晶化される。

【0020】従って、被処理基板(20)であるマザーガラス基板上に形成されたp-Si膜が、全ての領域において十分に高い移動度をもって形成されるので、このp-SiからなるTFTは、画素部においては、十分なON電流が得られ、高精細、大画面ディスプレイにおいて、画素数が増加して画素への書き込み時間が短くなっても、十分な電荷供給が行われるので、コントラスト比が向上される。また駆動回路部においても、レスポンスが高く、高速度動作が行えるので、大画面、高精細に対応したパルス幅の短い駆動も可能となる。

【0021】また、スリット(30)は、被処理基板(20)に十分に近接された位置に設置されている。これは、スリット(30)が、被処理基板(20)から離れれば離れるほど、レーザー光の回折が顕著になり、この回折光成分により、ラインビームの線長方向の端部で再び低強度光成分が生じるのを防ぐためである。本実施形態においては、スリット(30)は、被処理基板(20)から30cm程度の距離をもって近接している。

【0022】更に、スリット(30)として、その開口部の大きさを可変としたスリットを用いることで、ラインビームの照射線長を自在に調整することができる。これにより、被処理基板(20)であるマザーガラス基板の寸法や、マザーガラス基板に含まれるLCDパネルに

使用される領域のサイズが変わっても、その時々に応じて、スリット(30)の開口部の大きさを変更することで対応することができる。即ち、同一のレーザー光照射装置で、複数のサイズのLCDパネルの製造に適用されるので、高価なレーザー光照射装置を効率的に使用することができ、その量産性と製造品質の高さから、かえってコストの低下がなされる。

【0023】図4は、本発明の他の実施形態にかかるレーザー光照射装置の要部構成図である。本実施形態では、図1及び図2において、レーザー光をライン長方向に引き延ばす凸レンズ(7)を、凹レンズ(40)に置き換えたものである。この場合も、図2と同様、その光強度分布の、両端の所定の線長分を遮断するスリット(30)を設けることにより、図3の如く、鋭いエッジを有したフラットな光強度分布を得ることができる。なお、凸レンズ(7)を用いた場合は、焦点位置が変わるため、スリット(30)の位置及びその開口部の大きさは、若干の設計変更が必要であるが、スリット(40)を抜けるラインビームの線長Loが、ラインビームの光強度分布のフラットな部分の線長L1以下に設定することは同じである。

【0024】

【発明の効果】以上の説明から明らかな如く、本発明により、スリット(30)状のレーザー光照射装置において、ラインビームの線長方向の端部の照射光強度の低い領域を遮断したことにより、照射領域と非照射領域との照射光が無が明確になり、照射領域全域において均一な照射光強度分布が得られ、十分なアニールが行われる。これにより、非単結晶半導体層の結晶粒径を十分に大きくすることができるとともに、非照射領域においては、アニールは完全に防がれるので、不十分なアニールによる微結晶の形成が免れる。このため、不十分なアニールにより一度形成された微結晶粒が、続くラインビームの走査時のオーバーラップ部分においても結晶化が進まずに、微結晶のまま残って、その領域の結晶粒が小さく、移動度が上がらないといったことが防がれ、大面積のアニールを良好に行うことができる。

【0025】また、低照射光強度領域の遮断として、開口部の大きさを可変にできるスリットを用いることで、ラインビームの線長が、被処理基板のサイズに合わせて自在に制御して走査幅を調整することができるので、各種サイズのパネルの製造に適用され、汎用性が高まり、ランニングコストが下がる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態にかかるレーザー光照射装置の概念図である。

【図2】本発明の実施形態にかかるレーザー光照射装置の光学系の構成図である。

【図3】本発明の実施形態にかかるレーザー光照射装置の光強度分布図である。

【図 4】本発明の他の実施形態にかかるレーザー光照射装置の光学系の構成図である。

【図 5】従来のレーザー光照射装置の概念図である。

【図 6】レーザー光照射装置の光学系の構成図である。

【図 7】レーザー光照射装置の光学系の構成図である。

【図 8】レーザー光照射装置の光強度分布図である。

【図 9】従来のレーザー光照射装置の光強度分布図である。

【符号の説明】

* 1 レーザー光発振源

2, 7 ミラー

3, 4, 5, 6 シリンドリカルレンズ

7, 8, 9, 12, 13 レンズ

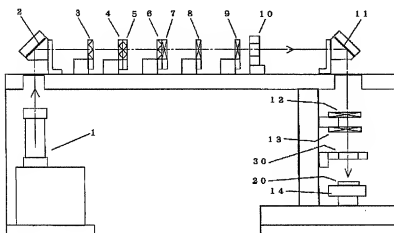
10, 30 スリット

14 ステージ

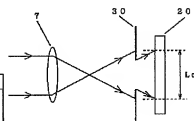
20 被処理基板

40 凹レンズ

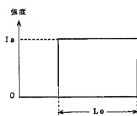
【図 1】



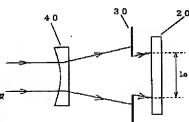
【図 2】



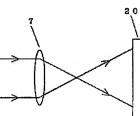
【図 3】



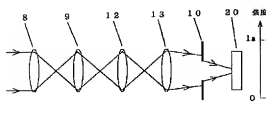
【図 4】



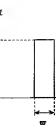
【図 7】



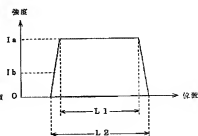
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図5】

